

⑥

Int. Cl.:

H 02 k, 29/02

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

⑫

Deutsche Kl.:

21 d1, 39

⑩

⑪

⑰

⑱

⑬

# Offenlegungsschrift 2036 191

Aktenzeichen: P 20 36 191.5

Anmeldetag: 21. Juli 1970

Offenlegungstag: 4. Februar 1971

Ausstellungspriorität: —

⑳

Unionspriorität

㉔

Datum:

23. Juli 1969

㉕

Land:

V. St. v. Amerika

㉖

Aktenzeichen:

844126

㉗

Bezeichnung:

Steuerschaltung für bürstenlose Gleichstrommotoren

㉘

Zusatz zu:

—

㉙

Ausscheidung aus:

—

㉚

Anmelder:

Sperry Rand Corp., New York, N. Y. (V. St. A.)

Vertreter:

Wallach, Dipl.-Ing. C.; Koch, Dipl.-Ing. G.;  
Haibach, Dipl.-Phys. Dr. rer. nat. T.; Patentanwälte, 8000 München

㉛

Als Erfinder benannt:

Burch, Ray Robert, Annandale;  
Casaday, William Madison, Charlottesville; Va. (V. St. A.)

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —

DT 2036 191

PATENTANWÄLTE  
DIPL.-ING. CURT WALLACH  
DIPL.-ING. GÜNTHER KOCH  
DR. TINO HAIBACH

2036191

8 MÜNCHEN 2, 21. Juli 1970

UNSER ZEICHEN: 12 742

SPERRY RAND CORPORATION  
New York, New York, V.St.A.

---

Steuerschaltung für bürstenlose Gleichstrommotoren

---

Die Erfindung bezieht sich auf bürstenlose Gleichstrommotoren und betrifft insbesondere Steuerschaltungen für durch Licht betätigbare bürstenlose Gleichstrommotoren, bei denen mehrere Fühlelemente verwendet werden.

Es sind bereits durch Licht betätigbare bürstenlose Gleichstrommotoren bekannt, bei denen ein permanent magnetisierter Läufer verwendet wird, der in Abhängigkeit von der Magnetisierung von Ständerwicklungen gedreht werden kann. Bei diesen bekannten Motoren wird mit einer gewissen Überlappung gearbeitet, d.h. eine Ständerwicklung wird erregt, bevor die vorher erregte Ständerwicklung stromlos gemacht wird. Eine solche Überlappung ist erforderlich, um zu gewährleisten, daß der Motor ohne Rücksicht auf die Stellung, in der der Läufer zur Ruhe gekommen ist, anläuft.

Die Arbeitsweise dieser bekannten Motoren richtet sich nach der Genauigkeit der Winkelabstände zwischen den Fühlelementen, der Breite der Öffnung in der Lichtabschirmung, mittels welcher der Lichtstrahl erzeugt wird, der dazu dient, die verschiedenen Fühlelemente zu beleuchten, dem Lichtaufnahmewinkel und dem Stromgewinn der Fühlelemente sowie der

009886/1597

Lichtleistung der Lichtquelle. Bei einem oder mehreren dieser Elemente auftretende Unterschiede oder Schwankungen bewirken, daß sich der Leitfähigkeitswinkel jedes Schaltelements ändert, und daß sich zwischen den einzelnen Fühlelementen oder Schaltern Unterschiede bezüglich des Ausmaßes der Überlappung ergeben. Aus diesen Gründen sind die bekannten Motoren für Änderungen der Umgebungsbedingungen empfindlich, und sie müssen während ihrer Herstellung mit einer außerordentlich hohen Genauigkeit abgeglichen werden.

Die Erfindung sieht nunmehr eine Steuerschaltung für einen bürstenlosen Gleichstrommotor der Bauart vor, bei der sich ein Lichtstrahl nacheinander über einzelne optische Fühlelemente mehrerer Fühlvorrichtungen hinweg bewegt, und bei der die Steuerschaltung in Abhängigkeit von den Ausgangssignalen der Fühlvorrichtungen betätigt wird, um mehrere Ständerwicklungen zyklisch so zu erregen, daß der Läufer in der gewünschten Weise gedreht wird; die Steuerschaltung nach der Erfindung umfaßt für jede Ständerwicklung eine gesonderte Schaltstufe, wobei jede Schaltstufe durch eine andere Fühlvorrichtung betätigt wird und auf ein elektrisches Signal der zugehörigen Fühlvorrichtung anspricht, um der betreffenden Ständerwicklung einen Erregerstrom zuzuführen; die Schaltstufen sind in einer vorbestimmten Reihenfolge angeordnet, damit sie die einzelnen Ständerwicklungen entsprechend dem gewünschten Zyklus erregen, wenn die einzelnen aufeinander folgenden Fühlvorrichtungen beleuchtet werden, und es sind Ausschaltvorrichtungen vorgesehen, die einander benachbarte Schaltstufen miteinander koppeln und so ausgebildet sind, daß sie das Fließen des durch eine Ständerwicklung fließenden Stroms durch die betreffende Schaltstufe verhindern, solange ein Ständerwicklungsstrom entsprechend der erwähnten vorbestimmten Reihenfolge durch eine benachbarte Schaltstufe fließt.

Somit wird die Kommutationsüberlappung bei einem durch Licht betätigten bürstenlosen Gleichstrommotor mit Hilfe einzelner Schaltstufen gesteuert, die so miteinander gekoppelt

sind, daß verhindert wird, daß ein Strom in einem beliebigen Zeitpunkt durch mehr als eine Ständerwicklung fließt.

Jede Schaltstufe kann eine bistabile Vorrichtung, z.B. einen sättigungsfähigen Vorverstärker, umfassen, der auf das Ausgangssignal der betreffenden Fühlvorrichtung zum Betätigen der betreffenden Stufe anspricht, um eine erste Ausgangsspannung zu erzeugen, wenn die Fühlvorrichtung beleuchtet wird, und eine zweite niedrigere Ausgangsspannung, wenn die Fühlvorrichtung unbeleuchtet ist; die Ausschaltvorrichtungen umfassen eine Einrichtung, durch welche die Fühlvorrichtung der benachbarten Stufe wirkungslos gemacht wird, wenn sich die bistabile Vorrichtung in dem Zustand befindet, in dem sie die niedrigere Ausgangsspannung erzeugt.

Die Steuerschaltung kann so ausgebildet sein, daß sie es ermöglicht, die Drehrichtung des Motors umzukehren, und sie kann zu diesem Zweck bei jeder Schaltstufe zwei Fühlvorrichtungen umfassen.

Die Erfindung und vorteilhafte Einzelheiten der Erfindung werden im folgenden an Hand schematischer Zeichnungen an Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Fig. 1 ist eine auseinandergezogene perspektivische Darstellung einer typischen Ausführungsform eines durch Licht zu betätigenden bürstenlosen Gleichstrommotors gemäß der Erfindung.

Fig. 2 ist eine schematische Darstellung, die zur Erläuterung der Überlappungsvorgänge dient, welche sich bei einem erfindungsgemäßen Motor abspielen.

Fig. 3 zeigt in einem Schaltbild eine erfindungsgemäße Steuerschaltung.

Fig. 4 zeigt eine erfindungsgemäße Steuerschaltung, die es ermöglicht, einen Motor der genannten Art nach Bedarf in der einen oder anderen Drehrichtung arbeiten zu lassen.

In Fig. 1 erkennt man einen nach dem Prinzip der Sternschaltung aufgebauten bürstenlosen Gleichströmmotor mit drei Segmenten, der ein Gehäuse 11 umfaßt, das drei Ständerwicklungen  $W_1$ ,  $W_2$  und  $W_3$  enthält, sowie einen permanent magnetisierten Läufer 13 in Form eines auf einer Welle 17 angeordneten Dauermagneten 15. Die Ständerwicklungen sind in einer solchen Richtung gewickelt, daß sie dann, wenn sie erregt werden, jeweils den gleichen Magnetpol des Dauermagneten 15 anziehen. Mit der Welle 17 ist eine Lichtabschirmung 19 drehfest verbunden, die abgesehen von einer Öffnung 21 lichtundurchlässig ist.

Wenn der Motor nach Fig. 1 zusammengebaut ist, befindet sich eine Lichtquelle 23 in der Lichtabschirmung 19, und das Licht der Lichtquelle wird beim Passieren der Öffnung 21 zu einem Strahl gebündelt. Mehrere optische Fühler 25, 27 und 29 sind in gleichmäßigen Winkelabständen um die Lichtabschirmung 19 herum verteilt, und wenn sich der Läufer 13 dreht, überstreicht der aus der Öffnung 21 der Abschirmung 19 austretende Lichtstrahl nacheinander die verschiedenen optischen Fühler 25, 27 und 29. Die elektrischen Ausgangssignale der drei Fühler werden verstärkt und den in Frage kommenden Ständerwicklungen so zugeführt, daß die Drehbewegung des Läufers 13 aufrechterhalten wird. Die diesem Zweck dienende elektrische Steuerschaltung, die den Gegenstand der Erfindung bildet, wird im folgenden näher beschrieben.

Fig. 2 veranschaulicht schematisch die Wirkungsweise des optischen Kommutators. Das von der in der Abschirmung 19 angeordneten Lichtquelle 23 ausgehende Licht kann nur durch die Öffnung 21 zu den optischen Fühlern 25, 27 und 29 gelangen. Die Öffnung 21 muß genügend breit sein, so daß das aus der Öffnung austretende Licht einen Strahl bildet, der sich über einen Winkelbereich erstreckt, welcher größer ist als der Winkelabstand zwischen je zwei benachbarten Fühlern. Wenn sich die Abschirmung 19 dreht, ergeben sich somit während jeder Umdrehung bestimmte Zeitspanne, während welcher zwei

009886/1597

benachbarte Fühler gleichzeitig beleuchtet werden. Wenn dies nicht der Fall wäre, könnte der Läufer in einer Stellung zur Ruhe kommen, bei der ein schmaler Lichtstrahl durch den Raum zwischen benachbarten Fühlern fällt, ohne auf die Fühler zu treffen. Da keiner der Fühler beleuchtet sein würde, wenn man versuchte, den Motor in Gang zu setzen, würde keine der Schaltstufen betätigt, und es würde keine Ständerwicklung erregt werden, so daß der Motor nicht anlaufen würde.

Bei den bis jetzt bekannten Motoren ist eine große Öffnung vorgesehen, um eine gewisse Überlappung zu erzielen und hier auf diese Weise Abhilfe zu schaffen. Zwar ist gemäß der Erfindung ebenfalls eine breite Öffnung bekannter Art vorgesehen, doch werden die eingangs genannten Schwierigkeiten dadurch vermieden, daß die Erfindung eine Steuerschaltung der in Fig. 3 gezeigten Art vorsieht.

Die in Fig. 3 gezeigte Steuerschaltung ist zur Verwendung in Verbindung mit einem Motor der in Fig. 1 dargestellten Art bestimmt. Die drei Ständerwicklungen  $W_1$ ,  $W_2$  und  $W_3$  müssen in der genannten Reihenfolge erregt werden, um zu gewährleisten, daß sich der Läufer ständig im Uhrzeigersinne dreht. Dem Motor wird der Strom über eine positive Leitung 31 und eine negative Leitung 33 zugeführt. Die drei optischen Fühler 25, 27 und 29 dienen dazu, die ihnen zugeordneten Schaltstufen 35, 37 und 39 zu betätigen.

Der optische Fühler 25 ist über einen ersten Emitterwiderstand 41 und einen zweiten Emitterwiderstand 43 an die negative Leitung 33 angeschlossen. Der Knotenpunkt zwischen den Widerständen 41 und 43 ist mit der Basis eines NPN-Transistors 45 verbunden, der über einen Kollektorwiderstand 47 an die positive Leitung 31 angeschlossen ist. Der Emitter des Transistors 45 ist mit der negativen Leitung 33 über einen Emitterwiderstand 49 verbunden. Der Transistor 45 bildet zusammen mit den zugehörigen Stromkreisen einen Vorverstärker, der das elektrische Ausgangssignal des optischen Fühlers 25 auf einen solchen Pegel verstärkt, daß es eine auf bekannte

009886/1597

Weise ausgebildete Gatterschaltung 51 betätigen kann. Die Gatterschaltung 51 ist so ausgebildet, daß sie die Ständerwicklung  $W_1$  mit der negativen Leitung 33 verbindet, sobald der Fühler 25 beleuchtet wird. Die verschiedenen dem Transistor 45 zugeordneten Widerstände sind so bemessen, daß dann, wenn der optische Fühler 25 nicht beleuchtet ist, der Transistor 45 so vorgespannt ist, daß er nicht leitfähig ist und daß der Transistor gesättigt wird, sobald der Fühler 25 beleuchtet wird. Somit arbeitet der Vorverstärker nach Art einer bistabilen Vorrichtung, um entsprechend der Beleuchtung des Fühlers 25 entweder eine hohe oder eine niedrige Ausgangsspannung zu erzeugen.

Ferner wird dem optischen Fühler 25 von einem ähnlichen Vorverstärker der Schaltstufe 39 aus über eine Diode 53 eine Spannung zugeführt. Die Schaltstufen 37 und 39 sind jeweils in der gleichen Weise aufgebaut wie die Schaltstufe 35.

Es sei angenommen, daß die Schaltung nach Fig. 3 so arbeitet, daß der dauermagnetische Läufer 13 im Uhrzeigersinne umläuft. Ferner sei angenommen, daß sich der Läufer 13 in einer Stellung befindet, bei der der optische Fühler 25 beleuchtet ist, während die Fühler 27 und 29 unbeleuchtet sind. Unter diesen Umständen nimmt der Fühler 25 über die Diode 53 und den Kollektorwiderstand des Transistors 61 der Schaltstufe 39 einen Strom auf. Der durch den Fühler 25 fließende Strom bewirkt eine Sättigung des Transistors 45, daß die Kollektorspannung des Transistors 45 auf einen Pegel zurückgeht, der so niedrig ist, daß ohne Rücksicht auf den Beleuchtungszustand des Fühlers 27 kein Strom durch die Diode 59 und den Fühler 27 fließen kann. Infolgedessen wird die Gatterschaltung 51 eingeschaltet, so daß die Wicklung  $W_1$  erregt wird, während die Gatterschaltung 57 gesperrt ist.

Wenn sich der Läufer 13 dreht, wird ein Punkt erreicht, an dem der Fühler 27 beleuchtet wird, bevor der Fühler 25 verdunkelt wird. Wenn dies geschieht, ist der Transistor 45 immer noch durch den Strom gesättigt, der durch den Fühler 25

009886/1597



fließt, so daß dem Fühler 27 keine Spannung zugeführt wird und die Gatterschaltung 57 nicht eingeschaltet werden kann. Schließlich dreht sich der Läufer in eine Stellung, bei der der Fühler 25 verdunkelt wird. In diesem Zeitpunkt fließt kein Strom mehr durch den Fühler 25, doch schaltet der Transistor 45 ab, so daß die Gatterschaltung 51 gesperrt wird. Die Kollektorspannung des Transistors 45 steigt an, so daß der Fühler 27 über die Diode 59 erregt wird. Jetzt fließt ein Strom durch den Fühler 27, so daß der Transistor 55 gesättigt und die Gatterschaltung 57 betätigt wird, um die Ständerwicklung  $W_2$  einzuschalten. Das Erregen der Ständerwicklung  $W_2$  bewirkt, daß der Läufer 13 seine Drehung im Uhrzeigersinne fortsetzt.

Die Schaltstufen 35, 37 und 39 sind in einer vorbestimmten Reihenfolge angeordnet, um zu bewirken, daß sich der Läufer des Motors ständig in der gewünschten Richtung dreht. Während der Läufer 13 umläuft, werden die Fühler 25, 27 und 29 in der angegebenen Reihenfolge beleuchtet, so daß die zugehörigen Ständerwicklungen  $W_1$ ,  $W_2$  und  $W_3$  zyklisch erregt werden. Während jeder Zeitspanne, während welcher zwei benachbarte Fühler beleuchtet sind, wird die dem betreffenden zweiten Fühler zugeordnete Schaltstufe daran gehindert, der zugehörigen Ständerwicklung einen Strom zuzuführen, bis der erste der beiden Fühler verdunkelt wird. Allgemein gesprochen wirkt jede Kopplungsschaltung zwischen benachbarten Stufen als eine Sperreinrichtung. Während des normalen Betriebs bewirkt eine Beleuchtung eines Fühlers einer bestimmten Stufe, daß die nächstfolgende Stufe gesperrt wird.

Wenn der Motor in Gang gesetzt werden soll, während zwei benachbarte optische Fühler gleichzeitig beleuchtet sind, bewirkt die Steuerschaltung, daß ein Strom ausschließlich der Ständerwicklung zugeführt wird, die innerhalb der gewünschten zyklischen Folge gewöhnlich als erste erregt werden würde. Wenn der Läufer 13 beim Betrieb des Motors im Uhrzeigersinne in einer solchen Stellung zur Ruhe käme, daß die Fühler 27 und 29 gleichzeitig beleuchtet sind, und wenn man den Motor

009886/1597

BAD ORIGINAL



dann erneut Strom zuführen würde, würde der Strom durch den Fühler 27 fließen, denn dieser Fühler wird durch die dem verdunkelten Fühler 25 zugeordnete Schaltstufe 35 erregt. Das hierbei durch den Fühler 27 erzeugte Signal würde den Transistor 55 der Schaltstufe 37 in den Sättigungszustand bringen. Hierdurch würde die dem Fühler 29 zugeführte Spannung schnell verringert, so daß es diesem Fühler nicht möglich sein würde, die Gatterschaltung 63 zu betätigen. Infolgedessen wird nur die Ständerwicklung  $W_2$  erregt, und der Läufer 13 beginnt, sich im Uhrzeigersinne zu drehen.

Die Benutzung der erfindungsgemäßen Steuerschaltung ermöglicht es ohne eine entsprechende Verringerung des Wirkungsgrades, mit einer minimalen Überlappung zwischen den Schaltstufen 35, 37 und 39 auszukommen. Wenn mit der erfindungsgemäßen Überlappingsregelung gearbeitet wird, ist es nicht erforderlich, die Teile des Motors genau aufeinander abzustimmen. Ferner erübrigen sich eine probeweise Montage und Erprobung, denn es ist nicht erforderlich, die Öffnung 21 genau auszurichten. Ferner hält die erfindungsgemäße Schaltung die Überlappung relativ konstant, und zwar ohne Rücksicht auf Temperaturschwankungen, denn die Überlappung hängt nicht mehr von rein mechanischen Faktoren ab.

Fig. 4 zeigt eine Schaltung, die der an Hand von Fig. 3 beschriebenen ähnelt, abgesehen davon, daß es diese Schaltung mit Hilfe eines Umschalters 67 ermöglicht, die Drehrichtung des Motors umzukehren. Die Ständerwicklungen  $W_1$ ,  $W_2$  und  $W_3$  werden wiederum durch Schaltstufen 35', 37' und 39' eingeschaltet bzw. erregt, doch ist jeder der Fühler 25, 27 und 29 durch zwei Photozellen ersetzt. Jeder Vorverstärker umfaßt außerdem paarweise angeordnete Kollektorwiderstände, die so geschaltet sind, daß es mit Hilfe des Umschalters 67 möglich ist, jeweils den einen oder den anderen der beiden Widerstände mit der positiven Leitung 31 zu verbinden. Die Kollektorwiderstände sind mit den Transistoren der verschiedenen Vorverstärker durch zur Isolierung dienende Dioden verbunden.

Bei der Schaltstufe 35' wird eine erste Photozelle 69 über einen Kollektorwiderstand 83 der Schaltstufe 39' eingeschaltet, wenn der Umschalter 67 in die Stellung gebracht wird, bei der der Motor im Uhrzeigersinne läuft. Wird der Umschalter 67 in die Stellung gebracht, bei der der Motor entgegen dem Uhrzeigersinne läuft, wird eine zweite Photozelle 73 der Schaltstufe 35' zugeordneten Fühlers über eine Diode 75 und einen Kollektorwiderstand 77 der Schaltstufe 39' erregt. Entsprechend wird eine Photozelle 79 oder 81 der Schaltstufe 37' über einen Kollektorwiderstand 87 der Schaltstufe 35' bzw. einen Kollektorwiderstand 85 dieser Schaltstufe erregt.

Es sei nunmehr angenommen, daß der Motor im Uhrzeigersinne laufen soll. Der Umschalter 67 wird in die in Fig. 4 gezeigte Stellung gebracht, bei der die Kollektorwiderstände 87, 71 und 83 mit der positiven Leitung 31 verbunden sind. Somit sind die Photozellen 69, 79 und 93 eingeschaltet, während die Photozellen 73, 81 und 95 abgeschaltet sind. Unter diesen Umständen arbeitet die Steuerschaltung in der an Hand von Fig. 3 beschriebenen Weise. Die Photozellen 69, 79 und 93 werden in der angegebenen Reihenfolge beleuchtet, um die zugehörigen Gatterschaltungen der betreffenden Schaltstufen zu betätigen, damit die Wicklungen  $W_1$ ,  $W_2$  und  $W_3$  nacheinander erregt werden.

Soll der Motor entgegen dem Uhrzeigersinne laufen, wird der Umschalter 67 in seine andere Stellung gebracht. Hierdurch werden die Kollektorwiderstände 85, 101 und 77 eingeschaltet, und die Photozellen 73, 81 und 95 können erregt werden, während es jedoch nicht möglich ist, die Photozellen 69, 79 und 93 zu erregen.

Es sei angenommen, daß beim Einschalten des Stroms die Photozellen 73 und 81 der Schaltstufen 35' und 37' beleuchtet sind. Unter diesen Umständen befindet sich der Läufer 13 zwischen den Ständerwicklungen  $W_1$  und  $W_2$ . Da die Photozelle 73 von der verdunkelten Stufe 35' aus über die Diode 75 erregt

wird, wird dieser Photozelle die volle Spannungzugeführt, so daß sie den Transistor 103 in den Sättigungszustand bringen kann. Die Photozelle 81 der Schaltstufe 37' kann jedoch nur von der Schaltstufe 39' aus erregt werden. Die niedrigere Spannung, die an dem Kollektor des Transistors 103 erscheint, verhindert ein Fließen eines Stroms durch die Photozelle 81, so daß der Transistor 91 nicht in den Zustand der Sättigung gebracht werden kann. Die Gatterschaltung 89 der Schaltstufe 35' wird eingeschaltet, so daß ein Erregerstrom durch die Wicklung  $W_1$  fließt. Die Gatterschaltung der Schaltstufe 37' bleibt jedoch ausgeschaltet, und die Wicklung  $W_2$  wird nicht erregt, so daß der Läufer 13 beginnt, entgegen dem Uhrzeigersinne umzulaufen.

Wenn sich der Läufer weiter dreht, wird zunächst der Fühler der Schaltstufe 39' beleuchtet. Sobald Licht auf die Photozelle 95 fällt, wird der Transistor 97 in den Sättigungszustand gebracht, so daß der zu der Photozelle 73 fließende Strom unterbrochen wird; infolgedessen fließt kein Strom mehr durch die Ständerwicklung  $W_1$ , und die Gatterschaltung 99 wird eingeschaltet. Hierdurch wird die Ständerwicklung  $W_3$  erregt. Nunmehr setzt sich der Betrieb in der beschriebenen Weise fort, d.h. als nächste Stufe wird die Schaltstufe 37' leitfähig, so daß die Ständerwicklung  $W_2$  erregt wird.

Die Schaltung nach Fig. 4 umfaßt somit praktisch zwei Steuerschaltungen, von denen jeweils die eine oder die andere gewählt werden kann, damit es möglich ist, den Motor nach Wunsch im Uhrzeigersinne oder entgegen dem Uhrzeigersinne laufen zu lassen.

Die Schaltung für den Betrieb des Motors im Uhrzeigersinne arbeitet in der Weise, daß jeweils ein Fühler immer dann gesperrt wird, wenn der vorangehende Fühler beleuchtet wird. Die Schaltung zum Betreiben des Motors entgegen dem Uhrzeigersinne arbeitet in der Weise, daß immer dann, wenn ein Fühler beleuchtet wird, der vorangehende Fühler abgeschaltet

wird. Beide Verfahren liefern im wesentlichen das gleiche Ergebnis, und sie dienen bei dem in beiden Drehrichtungen betreibbaren Motor dazu, bei beiden Drehrichtungen einen optimalen Abgleich zu erzielen. Die Hinterflanke des Lichtstrahls bestimmt den Drehwinkel, bei dem die Ständerwicklungen während des Betriebs entgegen dem Uhrzeigersinne eingeschaltet werden. Somit werden die Schaltvorgänge bei beiden Drehrichtungen durch die gleiche Kante der Öffnung 21 der Abschirmung 19 gesteuert.

Zwar wurde die erfindungsgemäße Steuerschaltung bezüglich ihrer Verwendung bei einem drei Segmente umfassenden bürstenlosen Gleichstrommotor in Sternschaltung beschrieben, doch sei bemerkt, daß sich die Grundgedanken der Erfindung auch bei Motoren anwenden lassen, die eine beliebige andere Zahl von Polen besitzen, und bei denen die Wicklungen auf beliebige andere Weise ausgebildet sind.

Patentansprüche:

009886/1597

BAD ORIGINAL

P A T E N T A N S P R Ü C H E

①.     Steuerschaltung für einen bürstenlosen Gleichstrommotor der Bauart, bei der ein Lichtstrahl nacheinander einzelne optische Fühlmittel von mehreren Fühlmitteln überstreicht, und bei der die Steuerschaltung in Abhängigkeit von den Ausgangssignalen der Fühlmittel betätigt wird, um mehrere Ständerwicklungen zyklisch derart zu erregen, daß der Läufer des Motors in Drehung gehalten wird, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , daß die Steuerschaltung mehrere Schaltstufen (35, 37, 39) umfaßt, von denen jede einer Ständerwicklung ( $W_1, W_2, W_3$ ) zugeordnet ist und durch eine von mehreren einzelnen Fühlvorrichtungen (25, 27, 29) betätigt wird und auf ein elektrisches Signal einer bestimmten Fühlvorrichtung anspricht, um einen Erregerstrom einer anderen Ständerwicklung zuzuführen, daß die Schaltstufen in einer vorbestimmten Reihenfolge angeordnet sind, um die einzelnen Ständerwicklungen in der gewünschten Reihenfolge zyklisch zu betätigen, wenn die einzelnen Fühlvorrichtungen nacheinander beleuchtet werden, und daß benachbarte Schaltstufen durch Sperrmittel miteinander gekoppelt sind, die Gatterschaltungen (51, 57, 63) oder dergleichen umfassen, die das Fließen eines Ständerwicklungsstroms durch eine Schaltstufe verhindern, während ein Statorwicklungsstrom entsprechend der angegebenen vorbestimmten Reihenfolge durch eine benachbarte Stufe fließt.

2.     Steuerschaltung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , daß jede Schaltstufe (35, 37, 39) eine bistabile Vorrichtung (45, 55, 61) umfaßt, die auf das Ausgangssignal derjenigen Fühlvorrichtungen ansprechen, welche die betreffende Schaltstufe betätigen, um eine erste Ausgangsspannung zu erzeugen, wenn die Fühlvorrichtung beleuchtet ist, und eine zweite niedrigere Ausgangsspannung, wenn die

009886/1597

Fühlvorrichtung verdunkelt ist, und daß die Sperrmittel (51, 57, 63) bewirken, daß die Fühlvorrichtung der benachbarten Schaltstufe wirkungslos gemacht wird, wenn sich die bistabile Vorrichtung in dem Zustand befindet, in dem sie die niedrigere Spannung erzeugt.

3. Steuerschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede Schaltstufe (35, 37, 39) eine Gatterschaltung (51, 57, 63) zum Steuern des Fließens des Ständerwicklungsstroms umfaßt, und daß jede dieser Gatterschaltungen so ausgebildet ist, daß sie geöffnet bzw. geschlossen wird, wenn sich die bistabile Vorrichtung (45, 55, 61) der gleichen Schaltstufe in ihrem ersten bzw. ihrem zweiten Zustand befindet und eine erste Ausgangsspannung bzw. eine zweite niedrigere Ausgangsspannung erzeugt.

4. Steuerschaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß jede bistabile Vorrichtung (45, 55, 61) Widerstandsmittel (47) umfaßt, über die die bistabile Vorrichtung eingeschaltet werden kann, und daß die Sperrmittel Vorrichtungen (53, 59, 65) umfassen, mittels welcher die Fühlvorrichtungen (25, 27, 29) erregt werden, um die einzelnen Schaltstufen über die Widerstandsmittel der benachbarten Schaltstufe in der erwähnten vorbestimmten Reihenfolge zu betätigen.

5. Steuerschaltung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jede der bistabilen Vorrichtungen (45, 55, 61) einen sättigungsfähigen Vorverstärker umfaßt, welche die einzelnen Fühlvorrichtungen (25, 27, 29) miteinander koppeln, mittels welcher die betreffende Schaltstufe und die zugehörige Gatterschaltung (51, 57, 63) betätigt wird, wobei der Vorverstärker normalerweise so vorgespannt ist, daß er nicht leitfähig ist.

6. Steuerschaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorverstärker einen Transistor (45, 55, 61) mit einer Basis, einem Kollektor und einem Emitter

umfaßt, wobei der Kollektor über die Widerstandsmittel (47) mit einer Stromquelle (31) verbunden ist, und daß die Sperrmittel fernereine Diode (53, 59, 65) umfassen, die zwischen dem Kollektor und der Fühlvorrichtung (25, 27, 29) angeschlossen ist, um jeweils die benachbarte Stufe entsprechend der angegebenen vorbestimmten Reihenfolge zu betätigen, wobei die Diode so gepolt ist, daß sie den Widerstandsmitteln einen Strom in der gleichen Richtung entnimmt, in der der Strom durch den Transistor fließt.

7.       Steuerschaltung nach Anspruch 6, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , daß es sich bei der erwähnten benachbarten Stufe jeweils um die nächstfolgende Stufe handelt.

8.       Steuerschaltung nach Anspruch 6, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , daß es sich bei der erwähnten benachbarten Stufe jeweils um die vorangehende Stufe handelt.

9.       Steuerschaltung nach Anspruch 6, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , daß eine dem Uhrzeigersinne bzw. eine dem Uhrzeigersinne entgegengesetzte zyklische Folge wählbar ist, daß die Schaltung ferner einen Zweistellungs-Umschalter (67) umfaßt, mittels dessen die Transistoren (103, 91, 97) mit der Stromquelle (31) verbunden werden können, daß jede Fühlvorrichtung eine erste und eine zweite Photozelle (69, 73; 79, 81; 93, 95) umfaßt, und daß die Widerstandsmittel jeder Schaltstufe (35', 37', 39') jeweils einen ersten und einen zweiten Widerstand (87, 85; 71, 101; 83, 77) umfassen, wobei diese Widerstände mit einer ersten bzw. einer zweiten Klemme des Umschalters verbunden sind, wobei der erste Widerstand jeder Schaltstufe mit der ersten Photozelle verbunden ist, welche die nächsthöhere Schaltstufe innerhalb der zyklischen Folge im Uhrzeigersinne betätigt, und wobei der zweite Widerstand mit der zweiten Photozelle verbunden ist, welche die nächstniedrigere bzw. die vorangehende Schaltstufe entsprechend einer zyklischen Folge entgegen dem Uhrzeigersinne betätigt.



10. Bürstenloser Gleichstrommotor, g e k e n n -  
z e i c h n e t durch eine Steuerschaltung nach einem der  
Ansprüche 1 bis 9.

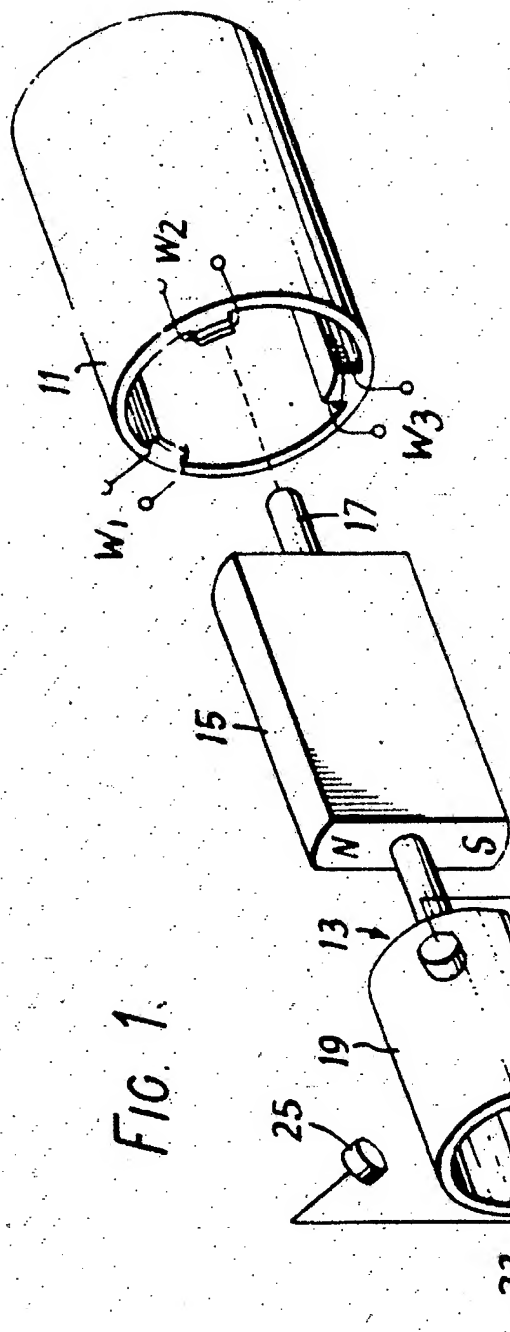


FIG. 1.

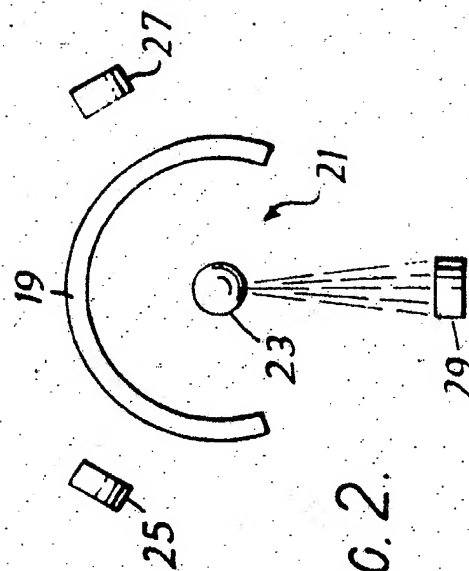
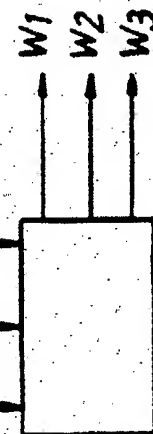


FIG. 2.



009886/1597

COPY

19

2036191

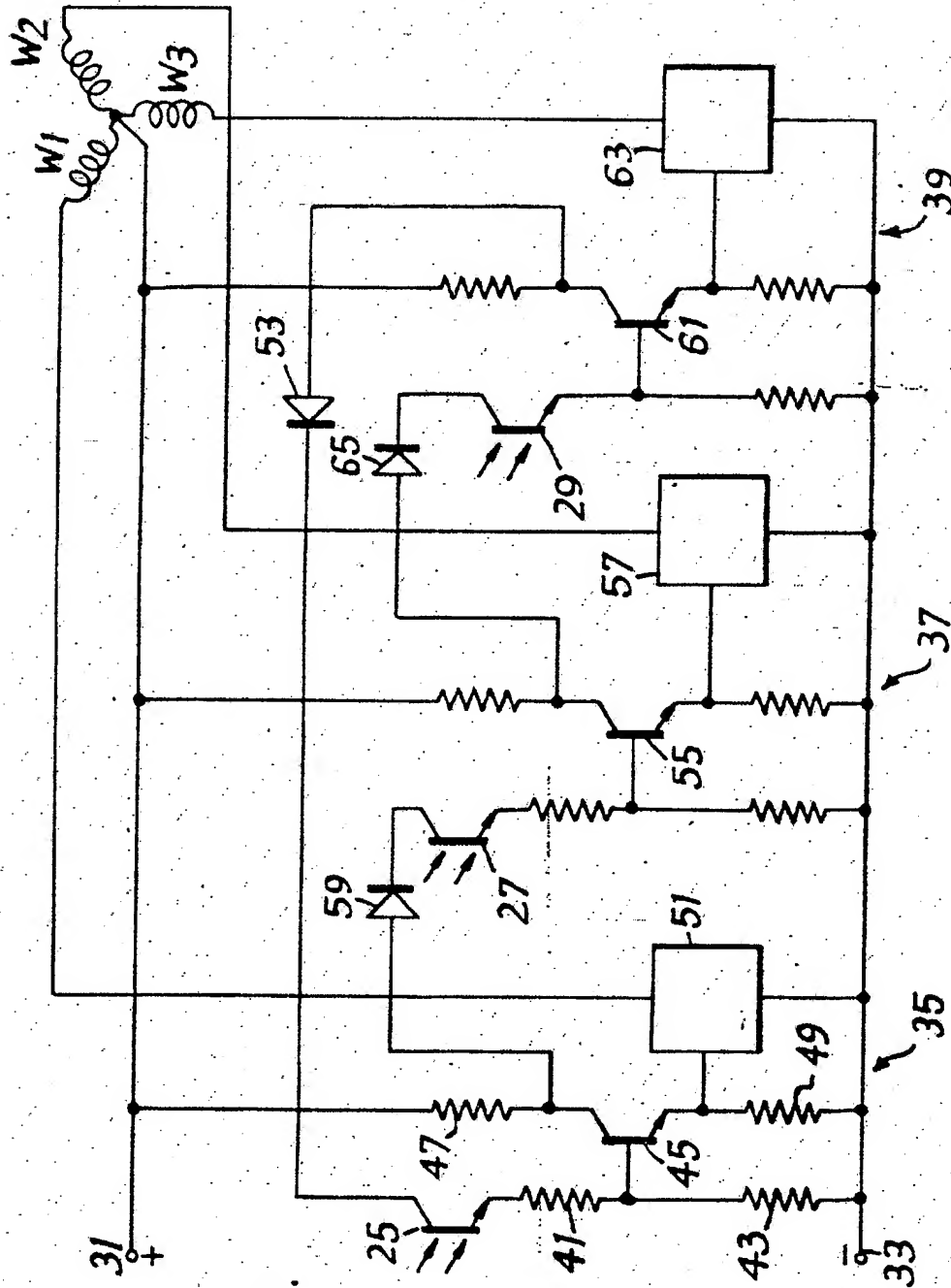


FIG. 3.

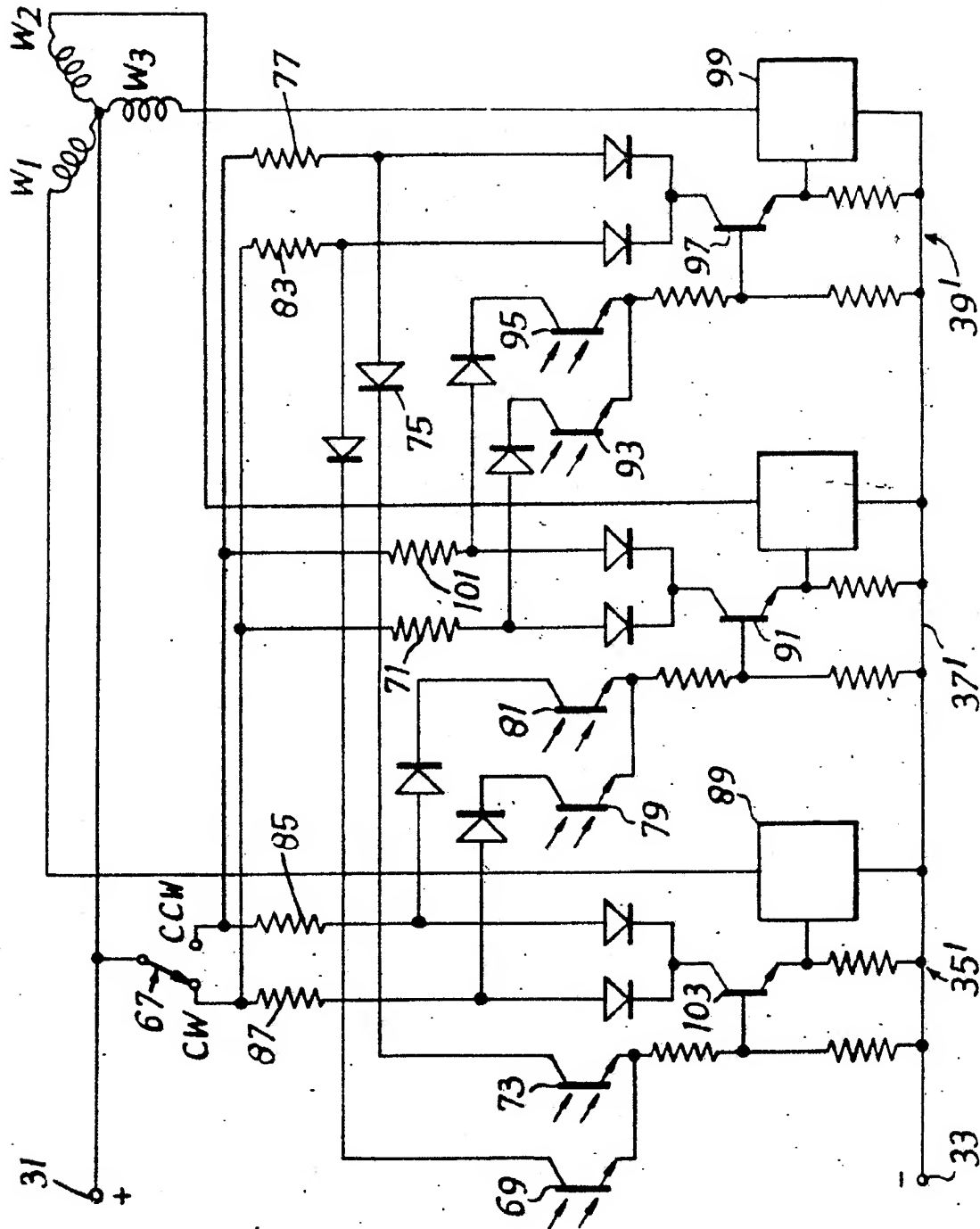


FIG. 4

009886/1597

COPY